

RELATÓRIO TÉCNICO-OPERACIONAL INCÊNDIOS RURAIS EM PORTUGAL (2025)

Entre o Fogo e a Lama: Como quebrar o ciclo da catástrofe

Autores : **Francisco Gonçalves & Augusts Veritas**

Data: Agosto de 2025

Contacto email francis.goncalves@gmail.com

Site : <https://www.fragmentoscaos.eu>

[TEAM FRAGMENTOS DE CAOS](#) ©



Relatório Técnico-Operacional — Incêndios Rurais em Portugal (2025)

Entre o Fogo e a Lama: Como Portugal pode quebrar o ciclo da catástrofe

Francisco Gonçalves • Agosto 2025 (c)

0) Sumário executivo

Problema-núcleo: excesso/continuidade de combustível + ordenamento frágil + deteção/1.^a intervenção tardias + coordenação difusa + pós-fogo negligenciado.

Objetivo: transformar fogos grandes em fogos pequenos (prevenir, detetar cedo e atacar pesado), com paisagens menos inflamáveis e comando profissional.

Metas (3 anos):

- < 8 min **deteção→alerta** (mediana); < 20 min **alerta→1.^a intervenção**.
 - ≥ 80% das ocorrências **dominadas < 1 ha**.
 - ≥ 10%/ano da área crítica com **tratamento de combustível**.
 - **Zero** fatalidades (tolerância); **-50%** lesões térmicas.
 - **-30%** do custo médio por ha ardido.
-

1) Diagnóstico aprofundado

1.1 Combustível e paisagem

Continuidade horizontal (matos/eucalipto/pinhal) e vertical (sub-bosque→copa).
Monoculturas extensas; mosaicos defensivos residuais; faixas mal mantidas.

1.2 Ordenamento e propriedade

Minifúndio, cadastro incompleto, abandono agrícola. Falta de **corredores estratégicos contínuos** (WUI, cumeadas, margens de via).

1.3 Prevenção e silvicultura

Foco em campanha sazonal; **fogo prescrito** marginal; **pastoreio dirigido** quase ausente.
Falta de brigadas permanentes de **silvicultura preventiva**.

1.4 Ignições

Negligência (queimas/queimadas), equipamentos e linhas elétricas; núcleos de intencionalidade/reincidência.

1.5 Detecção e 1.^a intervenção

Predomínio de torres humanas/112; **cobertura tecnológica desigual**; tempos > 30 min em muitos cenários.

1.6 Comando, comunicações e meios

Multi-atores (ANEPC, ICNF, GNR/UEPS, PJ, autarquias, bombeiros), ICS parcial, **interoperabilidade rádio** inconsistente. Operação aérea noturna residual; logística térmica (hidratação/rotação) insuficiente.

1.7 Pós-incêndio

Falta de **estabilização de emergência** → cheias, deslizamentos, erosão, turvação da água.

1.8 Dados, transparência e justiça

Dados dispersos; pouca **analítica preditiva**. Investigação de causas irregular; **reincidência** com medidas cautelares fracas.

2) Estratégia de prevenção (mudar o “combustível” do problema)

2.1 Mosaicos e descontinuidades

Plano Plurianual de Mosaicos (PPM) por bacias/áreas integradas:

- Faixas estratégicas contínuas (WUI, estradas, cumeadas).
- **Galerias ripícolas** e bolsões húmidos com folhosas; conversão gradual de monoculturas para misturas.
- Abertura/manutenção de **aceiros** e acessos táticos.

2.2 Gestão de combustível (mix de ferramentas)

- **Mecanizada:** roçadora, trituração, desbaste, **elevação de copa** (2–4 m).
- **Fogo controlado/prescrito:** janelas inverno/primavera; **Brigadas de Queima** regionais certificadas.
- **Pastoreio dirigido:** contratos por ha/ano com metas de carga vegetal.
- **Valorização de biomassa:** estilha, pellets, **biochar** (captura de carbono + melhoria de solo).

2.3 Infraestruturas e energia

Pontos de água certificados (georreferenciados e acessíveis). Linhas elétricas: **LIDAR anual**, poda mandatória, sensores de arco/queda com **corte automático** em risco extremo.

2.4 Fiscalização e incentivos

Coimas proporcionais ao risco criado + **incentivos** (IMI Verde, pagamentos por serviços de ecossistema) para quem mantém faixas/mosaicos.

3) Detecção, previsão e decisão (o tempo é o ativo)

3.1 Arquitetura de detecção em camadas

- **Satélites** (VIIRS/MODIS/Sentinel) para hotspots e cicatriz.
- **Torres inteligentes** (PTZ 360º + IA fumo/chama + triangulação) → alerta < 30 s.
- **IoT** (fumo/temperatura/humidade do combustível) em WUI/hotspots; LoRa/4G/5G.
- **Relâmpagos**: ingestão de redes de trovoadas para vistorias pós-storm.
- **Crowdsourcing qualificado**: app com geotag e *score* de confiança.

3.2 Centro de Fusão de Dados (CFD)

Painel único: risco horário (FWI ajustado), vento *nowcast*, ignições, recursos, tráfego, drones e aeronaves.

Modelos de propagação (FARSITE/WRF-SFIRE) para planeamento tático.

SLAs de despacho automático por nível de risco.

4) Resposta operacional (profissionalizar para ganhar minutos)

4.1 ICS unificado (Incident Command System)

Funções-chave: Comando; Operações; Planeamento; Logística; Finanças/Admin.

Cartões de função, **SOPs** e exercícios multi-agência trimestrais.

4.2 Ataque inicial pesado

Despacho automático (alto risco): **1 VFCI + 1 cisterna/VCOT + equipa de manobra + 1 meio aéreo** (quando disponível).

Objetivo: **chegar < 20 min** pós-ignição e fixar perímetro < **1 ha**.

4.3 Operação aérea (incl. noturna)

Bases com **NVG** (helicópteros dedicados), rotas/zonas seguras definidas. Pistas/pontos de água homologados; coordenação ar-solo via **Air Attack**.

4.4 WUI (interface urbano-florestal)

Triagem: **defendível/indefendível**; evacuação quando indeferível.

Sprinklers portáteis, **wraps retardantes** em estruturas críticas, limpeza rápida 10–30 m.

4.5 Segurança e saúde

LCES (Vigia, Comunicação, Rotas de fuga, Zonas de segurança) e **10 ordens padrão**.

Gestão de **stress térmico**: rotação 20/20, pontos de reidratação, monitorização fisiológica voluntária.

4.6 Logística inteligente

Staging areas predefinidas; **check-in digital**; rastreio de recursos; manutenção standard de mangueiras/valvulagem.

5) Pós-incêndio e resiliência (as 72 horas de ouro)

5.1 Estabilização de emergência (≤ 72 h)

Mulching/hidrossementeira em encostas $> 20\%$; fardos/barreiras de troncos em ravinas; proteção de linhas de água (barreiras filtrantes); **alerta SMS** para enxurradas em bacias críticas.

5.2 90 dias

Reposição de acessos, **bacias de retenção**; replantação dirigida; contratos de pastoreio.

5.3 1–3 anos

Conversão florestal estrutural; manutenção de faixas; avaliação de erosão/turvação; **relatórios públicos**.

6) Governança, financiamento e responsabilidade

6.1 Estrutura

Autoridade Técnica Permanente (interministerial) com orçamento e mandato plurianual.

Contratos-programa municipais com metas auditáveis (faixas, mosaicos, WUI).

6.2 Incentivos e mercado

IMI Verde; **pagamentos por serviços de ecossistema** (ha tratado/ano).

Linhas de **biomassa** (centrais locais/pellets/biochar) com preços-sombra por tonelada retirada.

6.3 Transparência e justiça

Open data: ocorrências, tempos, perímetros, custos, causas.

Unidade mista de **investigação de causas** (PJ/ICNF/GNR) com forense padronizada; medidas cautelares firmes para **reincidentes**.

7) Implementação (como sair do papel)

7.1 Plano 100 dias

CFD protótipo; torres IA em 3 paisagens piloto; **tabela nacional de despacho automático**; exercícios ICS; **brigadas de queima** piloto; acordos de **pastoreio**; normalização de **pontos de água**; checklist 72 h entregue a municípios.

7.2 12 meses

Escalar rede de deteção a áreas prioritárias; **6–8 bases NVG**; certificação WUI em 20 municípios; executar **8–10%/ano** de tratamentos em zonas-chave; **faixas estratégicas contínuas**.

7.3 36 meses

Conversão estrutural em paisagens críticas; KPIs públicos; **redução sustentada** de grandes fogos.

8) Indicadores (KPIs) e auditoria

Tempo **deteção→alerta**; **alerta→chegada** (medianas e P90).

% < 1 ha; **área média ardida** por ocorrência.

Ha tratados e porosidade da paisagem (métrica de continuidade).

Acidentes/lesões (meta: descendente/zero fatais).

Custos diretos/indiretos por ha; **eventos pós-fogo** (cheias, deslizamentos).

9) Orçamentação (ordens de grandeza)

- **Torres IA:** 40–60 k€ por torre + O&M 8–12 k€/ano.
 - **CFD & plataforma:** 1,5–3 M€ + 0,5–1 M€/ano.
 - **Drones térmicos:** 12–20 k€ por kit (3–5 equipas/distrito).
 - **Bases NVG:** 0,8–1,2 M€ por base (adaptação + treino).
 - **Tratamento combustível:** 350–1.200 €/ha (misto).
 - **Pós-incêndio 72 h:** 300–900 €/ha (declive dependente).
 - **Brigadas permanentes:** 220–300 k€/equipa/ano.
- Custo-benefício:** cada 1 € em prevenção/primeira intervenção bem feita poupa múltiplos em combate/reconstrução/saúde/solos/água.
-

ANEXOS PRÁTICOS

Anexo A — Caderno de Encargos Tecnológico (resumo)

Torres inteligentes — PTZ 360° + IR; IA fumo/chama (precisão $\geq 95\%$, falsos positivos $< 10\%$); triangulação; alerta < 30 s; API aberta; cibersegurança (TLS, logs).

Drones — térmica 640×512; zoom $\geq 30\times$; autonomia ≥ 40 min; operação noturna; *downlink* vídeo ao Posto de Comando; micro-drops 5–10 L.

IoT — sensores humidade/temperatura/PM2.5; LoRa/4G/5G; autonomia ≥ 12 meses; gateways solares.

Plataforma de comando — mapa único; ingestão meteo + risco horário; simulação de propagação; *tracking* de recursos; integração rádio; registo de decisões.

Anexo B — SOPs (Procedimentos Operacionais)

B1. Despacho automático (alto risco) — critério: FWI + vento > 20 km/h + WUI próxima → **Ataque inicial pesado** imediato.

B2. Contra-fogo (apenas equipas certificadas) — âncora segura; humidade $> 25\%$; vento < 20 km/h; coordenação ICS; drone térmico.

B3. WUI (triagem e proteção) — defendível → proteger; indefendível → evacuar cedo; priorizar rotas de fuga.

B4. Rescaldo — varredura térmica UAV; marcação/extinção de pontos quentes; vigilância 48–72 h; diário de rescaldo.

Anexo C — Checklists

C1. Partida (equipa) — EPI, rádios testados, água+sais, mapa/rota, ordens ICS, **LCES** definido.

C2. Chegada (teatro) — tamanho, topografia, vento, combustíveis; estabelecer âncora; plano flanco-pinça; rotas de fuga.

C3. 72 h pós-fogo — LIDAR/drone encostas $> 20\%$; mulching/hidrossementeira; barreiras; aviso SMS; vistorias após chuva.

Anexo D — Formação (currículo)

Brigadas silvicultura/queima (80 h) — combustíveis, fogo prescrito, segurança, ICS, máquina de rasto, drone básico.

Comando ICS (40 h + exercícios) — estrutura, decisão, SIMOPS, *after action review*.

Pilotos UAV (40 h) — térmica, noção ar-solo, rescaldo, manutenção.

WUI (24 h) — triagem, proteção de estruturas, evacuação.

Saúde/segurança (16 h) — stress térmico, RCP, evac médica.

Anexo E — Matriz de risco (exemplo)

Risco	Probabilidade	Impacto	Mitigação
Falha elétrica em dia extremo	Alta	Alto	LIDAR anual, poda mandatária, corte automático
Ignições múltiplas (intencional)	Média	Alto	IA/padrões, patrulha GNR, sanções rápidas
Reacendimento	Alta	Médio	Rescaldo com UAV, vigilância 72 h
Cheias pós-fogo	Média	Alto	Estabilização 72 h, sensores nível, bacias de retenção

Anexo F — Comunicação e comunidade

Plano único municipal: sirenes/SMS, rotas de evacuação, pontos de encontro, apoio a vulneráveis. Programas “**Vizinhos de Faixa**” (metas de limpeza com micro-incentivos). Transparência: relatórios simples trimestrais (faixas feitas, tempos, causas).

Anexo G — Propostas regulatórias (modelo)

Regulamento municipal de **faixas WUI** (larguras, prazos, sanções/incentivos). Protocolo com concessionárias elétricas (SLAs de poda/inspeção; penalidades). Normas para **pontos de água** (acessos, sinalização, manutenção).

Anexo H — Glossário essencial

WUI (interface urbano-florestal); ICS; FWI; LCES; NVG; *after action review*; *staging area*; Air Attack; biochar; LIDAR.